



Facultad
de Fisioterapia
de Soria

Universidad de Valladolid

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE
SORIA**

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**UTILIDAD DEL POTENCIÓMETRO FRENTE AL
PULSÓMETRO EN EL ENTRENAMIENTO DE
CICLISTAS**

Autor/a: Iñigo Ojeda Eguileor
Tutor/a: Alfredo Córdova Martínez

Soria, 8 de Junio de 2017.

Resumen	1
1. Introducción	2
1.1 Justificación	3
1.2 Principios del entrenamiento	4
1.3 La tecnología como fuente de datos	5
1.4 Los potenciómetros en el ciclismo	6
1.4.1 Entrenar con potenciómetro	7
1.4.2 Ventajas de los potenciómetros	7
1.4.3. Factores condicionantes que afectan los datos aportados por los potenciómetros	8
1.5 Pulsómetro	12
1.5.1 Pulso y recuperación	13
1.5.2 Otros datos que nos aporta el pulso	13
2. Objetivos	14
3. Material y métodos	15
4. Resultados y discusión	16
4.1 Artículos Científicos	16
4.2 Libros	17
5. Conclusiones	19
6. Bibliografía	20

RESUMEN

El objetivo este trabajo es analizar la utilidad del potenciómetro como herramienta de entrenamiento en el ciclista y en la población en general sana o en fase de recuperación que requiere control de entrenamiento. Así mismo se exponen las ventajas importantes que aporta un pulsómetro en el análisis durante el entrenamiento.

Frente a los defensores absolutistas del uso del potenciómetro como herramienta de entrenamiento, se analizan una serie de factores que influyen y que pueden alterar los datos que nos transmite el potenciómetro y por tanto no ser tan determinante como nos quieren hacer ver.

Además se describen las ventajas que sus defensores exponen pero que posteriormente se ponen en cuestión en base a diferentes argumentos a lo largo del trabajo.

La conclusión más importante del trabajo es que el uso del potenciómetro complementado con el control de la frecuencia cardiaca, nos llevará a optimizar el entrenamiento y por tanto se conseguirá una aumento en el rendimiento y una mejor recuperación tras el entrenamiento.

Palabras clave: potenciómetro, Pulsómetro, entrenamiento, ciclismo, rendimiento.

1. INTRODUCCIÓN

En el ciclismo, al igual que en otros deportes, el cuerpo del atleta debe tener una base fuerte y sólida. Esto es clave para alcanzar el máximo rendimiento, evitando lesiones. Para obtener el pico de rendimiento, todos los sistemas del organismo han de trabajar en coordinación como si fuera una sola unidad. Desafortunadamente esto no es tan simple pues piernas, caderas y glúteos deben generar la mayoría de la potencia sobre la bicicleta a la vez que estabilizan la parte inferior del cuerpo, trabajando conjuntamente para estabilizar la bicicleta y transmitir la máxima potencia a los pedales (1).

Con el ciclista en movimiento, una gran cantidad de aspectos de la fisiología entran en juego al pedalear. La corteza cerebral aporta la motivación y planea el ataque sobre una subida. El esfuerzo mantiene la estabilidad y la dirección de la bicicleta mediante un equilibrio y coordinación inconsciente proporcionados por el cerebelo. El corazón, los pulmones y el sistema vascular aportan la cantidad necesaria de oxígeno a la mitocondria de los músculos. A través de la conversión aeróbica y anaeróbica de energía, se contraen y producen una gran cantidad de trabajo. Todo este trabajo produce calor, y la piel y respiración que mantienen una adecuada temperatura (1).

1.1 JUSTIFICACIÓN

El ciclismo es un deporte que demanda altas exigencias al organismo por lo que el rigor científico a la hora de controlar el entrenamiento es indispensable. Este control es llevado a cabo principalmente por herramientas como el pulsómetro y el potenciómetro.

Actualmente está muy extendida la utilización del potenciómetro como herramienta de control del entrenamiento con la idea, a veces, errónea, de que es la más importante.

En mi condición de ciclista que compite creo que es una combinación de ambas herramientas, pulsómetros y potenciómetros los que nos dan la información necesaria para planificar el entrenamiento y la recuperación.

Además, estas tecnologías no deben ser exclusivas para los deportistas, nosotros como fisioterapeutas también desarrollamos y planteamos modelos de entrenamiento en nuestros pacientes en función de su patología y condición física, por lo que el manejo de pulsómetros y potenciómetros nos ayudará a conocer mejor la recuperación y evolución de las patologías en la cuales trabajaremos fundamentalmente con la actividad física y especialmente con el ciclismo.

1.2 PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO

A los deportistas se les realiza una gran variedad de pruebas para valorar los aspectos referentes a la respuesta fisiológica. Esto no quiere decir, que las pruebas lleven a controlar el entrenamiento. Para que las pruebas, si que nos lleven a controlar el entrenamiento es indispensable que cumplan los siguientes aspectos (2-3):

- Aumentar la eficacia del entrenamiento
- Sustentado en las variaciones registradas en el deportista en las distintas fases del entrenamiento.
- Adaptados a cada deporte, persona y condición físico.
- Que aporten datos validos respecto a lo que se quiere controlar
- Datos compresibles y validos científicamente

Se ha de determinar lo que se quiere controlar y que los parámetros analizados, estén lo máximo posible en relación directa con los resultados que se obtienen del esfuerzo. Requiere escoger con cuidado los métodos para analizar de la mejor manera posible, lo que nos llevará a ser más eficaces y por tanto realizar el mínimo número de pruebas.

El fin de controlar el entrenamiento es conseguir un "feedback" de sus sensaciones, saber si el diseño está adaptado a la fase de entrenamiento o competición y analizar el patrón adaptativo (2-3).

También habrá que analizar el diseño, valorar cargas y microciclos, incidiendo en si nos lleva hacia lo que queremos conseguir. A lo largo de los microciclos de entrenamiento se necesitan datos sobre los procesos de recuperación, y consecuentemente nos servirá para determinar los tiempos adecuados de descanso en el diseño del programa de entrenamiento.

El progreso tecnológico lleva hacia querer disminuir la fatiga física y el sobreesfuerzo. Sin embargo erradicar esto de manera total, así como el estrés que genera no es fácil de conseguir, además se pierden el contacto con estímulos motores desencadenando un desequilibrio biológico. Por otro lado el deporte conserva los componentes esenciales de la motricidad, siendo por tanto una buena práctica motora general.

Cada deporte está influido por diferentes factores pero no todos se pueden cuantificar.

El fin de entrenar es obtener las adaptaciones que se persiguen para aumentar el rendimiento. Este proceso de adaptación se lleva a cabo mediante estímulos ambientales, naturales o artificiales. A nivel fisiológico y bioquímico se produce un aumento de la actividad enzimática en diferentes procesos metabólicos. Las características que se deben dar en un estímulo es que se específico con sus características concretas, con la intensidad requerida, con la duración que precise, con la densidad (estimulo/descanso) ajustada y la cantidad también adecuada. Un término importante en el entrenamiento es la supercompensación, que es la cadena de estímulos que se dan y que lleva a un cambio homeostático seguido por una reacción compensatoria que produce un aumento de las reservas funcionales y por tanto en la mejora del rendimiento (4).

El equilibrio carga-recuperación es esencial considerarlo en el proceso de entrenamiento. Administrar la recuperación es una herramienta que será útil para trabajar otros componentes y también para obtener la forma física o perderla.

1.3 LA TECNOLOGÍA COMO FUENTE DE DATOS

Es innegable la utilidad de la tecnología como recolectora de datos que lleva a una mejor preparación del deportista, ya que se produce un mayor control. Entre las ventajas nos lleva a valorarlo mejor a la vez que se le hace un seguimiento día a día. Tanto en entrenamientos como en pruebas que realice con el fin de obtener una mejora en el rendimiento es fundamental y ha de ser llevado a cabo con un ajuste individual preciso.

Siempre hay que ser precavidos y no desestimar los datos obtenidos. Hay que hacer un uso adecuado de lo que las nuevas tecnologías nos puede aportar. Por otro lado es imprescindible considerar, cosas elementales, como la voluntad o constancia del deportista y/o paciente.

1.4 LOS POTENCIÓMETROS EN EL CICLISMO

Se trata de un aparato que nos permite medir la potencia generada por el ciclista en el ciclo del pedaleo, calculada a partir de la fuerza aplicada y la velocidad angular. Los hay que se ponen en el buje, en la biela, en el pedal o que estiman la potencia.

Antes de hacer uso de estos dispositivos es imprescindible hacer una prueba de esfuerzo y así tener referencia de la potencia del ciclista y posteriormente corroborar los datos con el tipo de potenciómetro que se va a usar.

Este aparato nos permite medir la intensidad de la pedalada de una forma instantánea (estima la potencia en watos). Al igual que el pulso, el potenciómetro también tiene factores externos que afectan a los valores que determina el aparato. El gasto energético para generar un watio no será siempre el mismo, por lo que el tiempo de recuperación tendrá que ser más o menos prolongado.

Los potenciómetros han tenido una gran acogida en los últimos años para el control del entrenamiento del ciclista, dejando de lado lo que hasta entonces era el aparato más usado, el pulsómetro. Por un lado los primeros nos dan los datos de potencia generada por el ciclista en watos, y por otro lado, los pulsómetros nos dan el ritmo cardiaco del ciclista.

A este respecto que el Dr. Córdova determina poco relevante los potenciómetros en competición, pues como indica el resultado vendrá determinado por la rueda de los rivales.

Mario Repes (campeón del mundo de triatlón, amigo y compañero de entrenamiento) apunta que el entreno con potenciómetro no se puede entender sin el uso del pulsómetro y sin la sensación de esfuerzo percibido.

Por ello, se recomienda el uso de ambos aparatos en conjunto, para de esta manera al combinarlos, conseguir analizar la información que ambos aportan y al entrecruzarla obtener un entrenamiento más eficaz y también a la vez controlar la recuperación y la fatiga (5).

1.4.1 Entrenar con potenciómetro

Este dispositivo nos aporta instantáneamente datos que nos permiten conocer cuál es el nivel de rendimiento del ciclista evitando tener que ir a un laboratorio. Sin embargo, inicialmente y previo a la planificación del entrenamiento el individuo debe haber hecho una prueba de esfuerzo.

Con el potenciómetro también se pueden hacer tests en carretera, en unas condiciones. Es clave controlar los parámetros cardiacos y considerarlos en todo momento como fuente de información. Estos datos permitirán cuantificar la mejora del ciclista si en un determinado momento se le hace otra prueba, sabiendo si esta mejor o peor respecto a pruebas previas.

El parámetro potencia es fiable y nos permite entrenar con la misma intensidad y con la misma potencia. El aparato nos aporta precisión, ya que podremos hacer un entrenamiento igual.

Hay una serie de condicionantes que se pueden dar durante el desarrollo del entrenamiento o la competición. No siempre se dará el mismo pulso para unos determinados watios (potencia) ya que habrá muchos factores. Además hay otros factores, como por ejemplo la técnica de pedaleo o la aerodinámica que puedan afectar a la potencia determinada por el aparato.

Por otra parte, una buena cadencia de pedaleo llevará a optimizar la energía aportada. Una buena técnica de pedaleo favorece conseguir un buen rendimiento y aumentar su eficiencia.

1.4.2 Ventajas de los potenciómetros

Según Hunter et al (6), los beneficios de entrenar con potenciómetro son muchos entre los que destaca que podemos medir la condición física de una manera cuantitativa. Además, los progresos se pueden cuantificar y nos permite saber cuáles son los puntos débiles y por tanto se podrá adaptar el entrenamiento a los puntos débiles del individuo. El potenciómetro nos permite sacar el máximo rendimiento, mejorando todos los parámetros fisiológicos (6)

1.4.3 Factores condicionantes que afectan los datos que nos transmiten los potenciómetros

Hay una serie de factores que afectan al ciclista y que como consecuencia disminuyen la fuerza generada y por tanto que no están englobados en la potencia que genera el ciclista y que nos transmite el potenciómetro (5)

a) Temperatura

El hombre es un ser homeotermo, que necesita mantener esta temperatura constante para que se den las reacciones metabólicas y enzimáticas en unas condiciones óptimas. Los mecanismos de regulación del organismo para mantener la temperatura son radiación, conducción, convección y evaporación.

Al igual que en los demás deportes los cambios de temperatura afectan al rendimiento. Por un lado si hace frío el cuerpo tiene que producir más calor por el estrés que ello conlleva, en cambio si hace calor el cuerpo tiene que poner en marcha los mecanismos de pérdida de calor. Todo ello tiene como consecuencia un aumento de la frecuencia cardiaca.

Con el calor aumenta la sudoración lo que puede dar a deshidratación pérdida de sales y a disminuir su rendimiento llegando a producir calambres.

Además, hay que tener en cuenta que tanto el frío como el calor afectan al deportista sobre todo en los días de competición, pero todos no afectará de la misma manera y por tanto no se darán las mismas reacciones.

b) Altitud

La presión atmosférica varía en función de los cambios meteorológicos que se producen en un lugar y también en relación con la altitud. Los entrenamientos en altura son cada vez más utilizados, en busca de los beneficios que aporta para la salud y lo que busca el deportista, aumento del rendimiento, ambos como consecuencia de los mecanismos de adaptación (7).

Estos mecanismos se dan como consecuencia de un trabajo en ausencia de oxígeno, lo que dará una potencialidad acumulada, que luego se acumulara en condiciones normales. Se dará un aumento del rendimiento del sistema muscular, al igual que en otros sistemas del organismo (7).

Aquellos que defienden las ventajas de los potenciómetros, indican que no se ve influenciado por ningún factor externo. Pero la situación de hipoxia nos lleva a que se dé un menor aporte de oxígeno en las células y como consecuencia un menor aporte de energía. Esta hipoxia además de por la exposición voluntaria a la altitud se puede producir por otros factores como la anemia ya que no hay un buen transporte de oxígeno, por una mala difusión del oxígeno debida a un edema o un insuficiente aporte de oxígeno a los tejidos, ya sea por una oclusión o por una insuficiencia cardiaca. Todo ello representa una mayor exigencia muscular (más potencia) para poder mantener el mismo ritmo.

c) Viento

Uno de los mayores enemigos del ciclista es el viento que muchas veces impide su avance y por tanto aumenta su gasto energético. Hay un gasto tanto por el empuje del ciclista para avanzar como el de su bicicleta, ambos atravesando el aire.

En cualquier circunstancia ya hay un gasto por la resistencia que ejerce el aire, pero esto se ve aumentado cuando aparece el viento que como consecuencia lleva a que el ciclista tenga que emplear más energía, para desplazarse. Esta resistencia se ve aumentada con la velocidad, con la sensación de que este aumenta cuando más rápido queremos ir.

d) Lluvia

Hay gran cantidad de carreras que realizan los ciclistas bajo la lluvia que provoca una bajada de la temperatura corporal. En estas circunstancias el ciclista se ve afectado (no el potenciómetro en cuanto a sus mediciones) indirectamente, ya que el ciclista, necesitará un mayor costo energético para su recuperación y será determinante la potencia que se pueda generar ya que las respuestas sistémicas estarán también afectadas.

e) Aerodinámica

Al ciclista se le oponen resistencias, por un lado la rodadura, por otro la aerodinámica que es más compleja y claro está, por la gravedad.

En primer lugar y como más importante, la aerodinámica se ve afectada por la posición que adopta el ciclista en su bicicleta, la cual debe ser estudiada de manera individual y tratar de ser optimizada. Esta posición de ser óptima pero a la vez debe permitir que el individuo desarrolle su potencia en el esfuerzo.

Si se mejora su posición, el ciclista se moverá con mayor velocidad y a la vez también se dará que esta aerodinámica sea clave. Sin embargo hay que tener en cuenta que en subida, esto es menos determinante ya que según aumenta la pendiente, el factor determinante será la fuerza de la gravedad, por tanto el peso del ciclista y su bicicleta.

Es remarcable saber que cuando un ciclista se desplaza a 30 km/h el 80% de la resistencia es la aerodinámica y que este porcentaje aumenta a la vez que la velocidad.

Por tanto, esta posición idónea para un buen rendimiento se podrá obtener mediante el uso de potenciómetros y pulsómetros, además del ayuda de análisis de pulso y ácido láctico.

f) Biomecánica

Es fundamental un buen estudio biomecánico ya que llevará al ciclista a aprovechar sus fuerzas siendo eficiente y así no malgastarlas. También este estudio nos llevará a que tenga una mejor postura y a prevenir lesiones.

Los potenciómetros nos permiten valorar, si el ciclista desarrolla más o menos potencia en una determinada posición y cuál es la mejor para que consiga un mejor resultado. Un cambio de posición, puede llevar a un cambio en la frecuencia cardiaca, por lo que habrá que hacer un control con un pulsómetro para analizar estos datos en concordancia con los del potenciómetro.

g) Alimentación

Al tratarse el ciclismo de un deporte de resistencia el gasto energético es muy grande, por lo que hay que cuidar la alimentación para lograr el mayor éxito y también para que las recuperaciones de los esfuerzos sean lo mejores posibles.

Existe una relación entre la inflamación producida por los esfuerzos y como una adecuada alimentación puede ayudar a disminuirla. Un ejemplo claro es la suplementación con carbohidratos en el agua que según Pedersen (2004) disminuyen la concentración sistémica de IL-6 (citocina proinflamatoria). También según este autor se puede conseguir disminuir los efectos sobre el sistema inmunológico con una carga de carbohidratos que disminuye los efectos del ejercicio sobre los linfocitos

h) Hidratación

El equilibrio de minerales y un nivel hídrico adecuado es indispensable para conseguir un buen rendimiento, si esto no se da, nos llevará a una deshidratación y otras alteraciones que como consecuencia bajará el rendimiento. Una buena hidratación adquiere más valor cuando las temperaturas son altas o aumenta la humedad. Las consecuencias que se pueden dar por no tener un adecuado cuidado son por ejemplo calambres o fatiga muscular.

i) Psicología

El pasar tantas horas sobre la bicicleta, lleva a que el desgaste psicológico (estrés psicológico) sea importante, sobre todo cuando el ciclista tiene que soportar grandes esfuerzos y condiciones de presión para conseguir los objetivos.

Al igual que la parte física, esta hay que cuidarla, para lograr un buen equilibrio y una buena fortaleza mental para poder afrontar los retos que se presenten por delante.

Aspectos como la autoconfianza, autoestima, positividad, tranquilidad, perseverancia, interés, nos llevarán a que el ciclista presente un buen estado psicológico y que por tanto le ayudará a conseguir los retos que se proponga, mejorando el aspecto físico y el psicológico. La disminución del estrés psicológico mejora la eficacia del pedaleo y por tanto el rendimiento.

1.5 PULSOMETRO

Los pulsómetros causaron una gran revolución en el mundo del entrenamiento. Son dispositivos que tienen un receptor del pulso, que puede ser una cinta que se pone en el pecho y el reloj donde se recibe y visualiza el pulso. Hoy en día las funciones del reloj son muy diversas pero lo imprescindible es que nos permita conocer el pulso instantáneo del deportista.

Son muy útiles para el entrenamiento pues permite analizar la frecuencia cardíaca guardada y así hacer un análisis exhaustivo de los datos posteriormente. Estos datos utilizados, por el profesional que lleve la preparación física del individuo, permitirán ajustar el entrenamiento, ajustar intensidades y tiempos de recuperación (8).

El control del pulso será de gran ayuda durante entrenamiento y la competición, sin embargo, en competición no es aconsejable su control por parte del ciclista ya que las circunstancias de carrera serán las que nos marquen las intensidades (9). También es imprescindible la toma de las pulsaciones por la mañana para conocer el estado de recuperación del ciclista.

A la hora de elegir un pulsómetro, se tendrá en cuenta que sea fiable y exacto, para así obtener los datos que pretendemos y que tenga las funciones que requerimos.

1.5.1 Pulso y recuperación

Si se trabajara dejando de lado la frecuencia cardiaca, estaríamos dejando de lado datos relevantes que son imprescindibles para conseguir mejorar el rendimiento y no caer en sobreentrenamiento. Hay que recalcar la importancia que tiene el pulso como marcador de la recuperación ya que nos permite conocer el estado de estrés del organismo y así evitar la aparición de fatiga. Aunque la fatiga no hay que considerarla como algo perjudicial, sino como algo protector, es una señal de alarma que nos avisa y permite conocer el estado del individuo.

1.5.2 Otros datos que nos aporta la frecuencia cardiaca

Cuando usamos el pulsómetro junto al potenciómetro podremos conseguir una información extra, que nos llevará a poder lograr unos mejores entrenamientos y una mejora en el rendimiento. Cuando se entrecruzan los datos de ambos aparatos, podemos concluir que hay una mejora, cuando al mismo pulso se genera mayor potencia.

También el pulsómetro, nos permitirá que con el entrenamiento con potenciómetro, controlemos mejor la fatiga y que no caigamos en sobreentrenamiento (5). Hay que recordar que con el entrenamiento, no se consigue una mejora fisiológica inmediata, por lo que hay que tener paciencia para que se dé la mejora.

2. OBJETIVOS

- Analizar el control del entrenamiento con potenciómetro.
- Analizar el control del entrenamiento con pulsómetro.
- Analizar las ventajas e inconvenientes de cada uno.
- Dar una visión objetiva de la utilidad del potenciómetro como herramienta de control del entrenamiento.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline, Google, utilizando palabras claves como “power meter and cyclist”, “power meter and cycling”, “power meter and cyclism” La variedad de información fue limitada y algunos casos repetida, debiendo ser preciso a la hora de seleccionarla.

Se encontraron multitud de enlaces en internet hablando de potenciómetros, pero cuando se analizaban los mismos, se descartaban por su escasa calidad científica, ya que sus referencias bibliográficas eran inexistentes.

En primer lugar se tuvo que hacer una lectura para seleccionar y conseguir los que nos proporcionaban la información requerida. En segundo lugar se seleccionaron los que se iban a utilizar para elaborar el trabajo. Tras una intensa búsqueda, solo se encontraron cinco artículos que analizarán la utilización de potenciómetros en el entrenamiento. Como referencia anatómica se utilizó el libro *Cycling Anatomy* y como libros acerca de potenciómetros se usó “*Mitos y mentiras y potenciómetros*”. Así mismo se utilizó como fuente como puede ser libros como *Entrenar con Pulsómetro*, *Fundamentos del ciclismo* o *Fundamento del entrenamiento* que resultaron de gran interés y ayudaron a complementar y aclarar conceptos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los artículos que se encontraron y se utilizaron, para sacar las conclusiones de este trabajo junto con los libros que analizan entrenamiento con potenciómetro o pulsómetro, se exponen en la siguiente tabla junto a sus conclusiones.

6.1. Artículos científicos

ARTÍCULO Y AUTOR	CONCLUSIONES
Energy expenditure of constant- and variable-intensity cycling: power meter estimates(10) Haakonssen et al (2013)	Los hallazgos apoyan el uso de medidores de potencia calibrados para estimar el ciclo gasto de energía. Para los ciclistas de carretera femeninos entrenados, el trabajo mecánico total (kJ) multiplicado por 5.3 (eficiencia bruta = 19%) proporciona una estimación válida del gasto de energía total durante ciclos de intensidad variable <75% potencia aeróbica máxima, aunque la determinación de eficiencia bruta de cada atleta mejora considerablemente la precisión.
Effects of High Intensity Training by Heart Rate or Power in Recreational Cyclists (11) Michael E. Robinson et al (2011)	El estudio realizado concluye que no hay ventajas perceptibles al usar potenciómetro en ciclistas, sugiriendo que un monitor cardíaco de bajo coste es igual de capacitado como herramienta de trabajo.
Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling (12) Passfield L et al (2017)	Debido a la insuficiencia de los métodos actuales, la revisión pone de relieve la necesidad de establecer nuevos métodos que cuantifiquen los efectos de las cargas de entrenamiento y modelos que analicen sus implicaciones para el desempeño.

<p>Accuracy of indirect estimation of power output from uphill performance in cycling (13) Millet et al (2014)</p>	<p>La resistencia aerodinámica (está afectada por la velocidad y la orientación del viento, el área frontal, el dibujo y la velocidad) es el factor más confuso. Esta observación pone en tela de juicio la validez de la liberación de los valores individuales sin informar de la gama de errores aleatorios.</p>
<p>The record power profile to asses performance in elite cyclists (14) Pinot J. et al (2011)</p>	<p>Estos resultados sugieren que la registro del perfil de potencia representa "una firma" de la capacidad física de los ciclistas y que permite la determinación de diferentes intensidades de entrenamiento. El registro del perfil de potencia aparece como un nuevo concepto que es interesante para entrenadores y científicos con el fin de evaluar el rendimiento en el ciclismo.</p>

6.2 Libros

El libro de Hunter et al (Entrenar y correr con potenciómetro) (6), trata únicamente el entrenamiento con potenciómetros y deja de lado los pulsómetros. Los autores en el capítulo 5 hacen la mayor aportación de como utilizar la potencia para conseguir un entrenamiento óptimo. Ellos hacen un modelo de entrenamiento interválico, sin embargo, los autores no aportan ninguna evidencia científica. Por ello creemos que solo puede ser utilizado como una guía "no científica". En 2005 en el congreso de ACSM en Nashville, se presentó un trabajo donde se exponía lo importante que es la relación entre la potencia desarrollada, el peso del ciclista y la aerodinámica. Se expuso el caso de los primeros "Tours de Francia" de Greg Lemond y Miguel Indurain, que lograron los triunfos con potencias menores a las que desarrolló posteriormente Lance Amnstrong (15).

En cambio en el libro de Alfredo Córdova (Potenciómetro. Mitos y mentiras) (5), se recalca la importancia que tiene del uso del pulsómetro como herramienta de entrenamiento. En el tema 8, recalca que si bien el potenciómetro puede permitir detectar sobrecarga de entrenamiento, fatiga de entrenamiento, sobreesfuerzo y sobreentrenamiento, en función de la potencia desarrollada, el pulsómetro lo hará en función de la respuesta del organismo.

Tras el análisis de ambos libros, se descarta el uso exclusivo de potenciómetros y se aconseja la combinación de ambos aparatos en el entrenamiento.

7. CONCLUSIONES

1. En nuestra sociedad moderna, la tecnología ha ido avanzando imparablemente y no ha sido menos en el mundo del deporte. No cabe duda, que un buen uso, nos pueda aportar grandes mejoras, pero no si no se hace un adecuado uso, podremos cometer fallos en su uso.
2. Hasta hace muy poco, el pulsómetro era la herramienta irrefutable que se usaba en el ciclismo para control del entrenamiento y para hacer una buena preparación del ciclista. Posterior, surgió el potenciómetro como herramienta para controlar el entrenamiento.
3. Un uso apropiado del potenciómetro, nos servirá para mejorar, complementando con el uso del pulsómetro.
4. El potenciómetro transmite los watos (potencia) generados por el ciclista de una manera instantánea y el pulsómetro nos dice como es esa respuesta que se está dando en el organismo, en relación a factores como fatiga o a la condiciones externas que pueden afectar a ese individuo.
5. Una de las ventajas del potenciómetro, es el poder controlar tanto intensidad como carga. Además nos permite también cuantificar la mejora del ciclista y hacer un cálculo de cuál será su rendimiento en una carrera.
6. El pulso nos indica el nivel de mejora del ciclista, nos permite calcular su gasto energético y también determinar las zonas de entrenamiento con las fuentes energéticas que corresponde a cada una.
7. Hay una serie de factores que no se pueden controlar que afectan al individuo y como consecuencia a la potencia que estima el potenciómetro, entre ellas encontramos, temperatura, aerodinámica, psicología, hidratación, etc.
8. Por último, un buen uso del potenciómetro, junto con el pulsómetro, puede ser tan beneficioso en el entrenamiento del ciclista, como en los pacientes que podamos encontrar como fisioterapeuta y que requiera control del entrenamiento.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Sovndal S. Cycling anatomy. 1st ed., Ed: Human Kinetics; Champaign, 2009.
2. Viru A, Viru M. Análisis y control del rendimiento deportivo. 1st ed. Edit Paidotribo; Barcelona, 2003.
3. Manno R. Fundamentos del entrenamiento deportivo. Ed. Paidotribo; Barcelona, 1994.
4. Córdova A. Fisiología deportiva. Ed. Sintesis; Madrid, 2015.
5. Córdova A. Potenciómetros. Mitos y mentiras. Ed. MIC; Soria, 2015.
6. Allen H, Coggan A. Entrenar y correr con potenciómetro. Ed. Paidotribo; Badalona 2016.
7. Córdova A, Pascual J, Fernandez D, Alvarez M. Adaptaciones musculares y cardiacas al ejercicio e hipoxia. ¿Es saludable el entrenamiento en hipoxia moderada?. Elsevier. 2017;148(10):469-474.
8. Gorrotxategui A, Algarra J. Entrenar con pulsómetro. Ed. Dorleta; Bilbao, 1997.
9. Algarra J, Gorrotxategi A. Fundamentos del ciclismo. Ed. Gymnos; Madrid, 1996.
10. Haakonssen E, Martin D, Burke L, Jenkins D. Energy Expenditure of Constant- and Variable-Intensity Cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013;45(9):1833-1840.2
11. Robinson M, Plasschaert J, Kissalita NR. Effects of High Intensity Training by Heart Rate or Power in Recreational Cyclists. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2011;10:498-501.
12. Passfield L, Hopker J, Jobson S, Friel D, Zabala M. Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. *Journal of Sports Sciences*. 2016;35(14):1426-1434.
13. Millet G, Tronche C, Grappe F. Accuracy of Indirect Estimation of Power Output from Uphill Performance in Cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2014;9(5):777-782.4
14. J. Pinot, F. Grappe: The record power profile to asses performance in elite cyclists. *Int J Sports Med* 2011; 32(11): 839-844

15. Ahumada F. Producción de Potencia de los Campeones del Tour: ¿Qué se Necesita para Ser Parte de la Élite?. GSE, 2014.